

3. Ecología de la alteración y función amortiguadora



La comprensión y el manejo de la alteración son indispensables para la conservación. Así lo reconoce la Convención sobre Diversidad Biológica (COP 5) al incluir el tema del cambio ecológico entre los principios del enfoque ecosistémico:

“**Principio 9:** El manejo debe reconocer que el cambio es inevitable.



Los ecosistemas cambian, incluyendo la composición por especies y la abundancia de las poblaciones. Por tanto, el manejo debe adaptarse a los cambios. Además de su dinámica intrínseca de cambio, los ecosistemas están sometidos a un complejo de incertidumbres y ‘sorpresas’ potenciales en el campo de lo humano, lo biológico y lo ambiental. Regímenes tradicionales de perturbación pueden ser importantes para la estructura y funcionamiento del ecosistema y puede ser necesario mantenerlos o restaurarlos. El enfoque ecosistémico debe utilizar un manejo adaptativo para anticipar y conducir tales cambios y eventos y debe ser precavido en el momento de tomar cualquier decisión que pueda eliminar opciones, pero, al mismo tiempo, considerar las acciones de mitigación para lidiar con los cambios a largo plazo tales como el cambio climático.”

3.1. Conceptos básicos de alteración

Dado que la función de las ZA se centra en “atenuar las perturbaciones causadas por la actividad humana en las zonas circunvecinas a las distintas áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, con el fin de impedir que llegue a causar disturbios o alteraciones en la ecología o en la vida silvestre de estas áreas” (subrayado fuera del texto), es necesario hacer claridad sobre las definiciones de ciertos conceptos asociados a la alteración, de modo que, al emplearlos, los objetivos y las propuestas de manejo sean más claros y precisos. A continuación se presentan los más importantes:





- ▶ **Amenaza, presión, etc.:** no son términos ecológicos. Son conceptos de planificación estratégica frecuentemente aplicados también en la gestión ambiental. En general, las *amenazas* corresponden a alteraciones potenciales, mientras que la *presión* corresponde, en este contexto, a *tensionante*. Es importante, al utilizar tales términos en relación con ecosistemas, asegurarse de que el contexto y el significado sean claros.
- ▶ **Homeostasis:** en ecología, la capacidad de un ecosistema para automantener y autorregenerar una configuración dada de composición, estructura y función, a pesar de los tensionantes. La homeostasis abarca dos funciones:
 - Resistencia: es la capacidad para superar los tensionantes sin sufrir perturbaciones y, por ende, tampoco alteraciones. La resistencia tiene que ver, en general, con el tamaño y la constitución material de las estructuras en el ecosistema (más duras, más resistentes al fuego, al oleaje, etc.).
 - Resiliencia: es la capacidad del ecosistema de volver a una configuración afín y aproximadamente a la misma trayectoria histórica de desarrollo que tenía antes de una perturbación. La resiliencia se debe a la densidad, complejidad y especificidad de las relaciones entre los componentes físicos y bióticos de un ecosistema y la proporción de ellos que persiste tras la perturbación.



- ▶ **Tensionante:** factor ajeno a los ritmos fenológicos o ciclos biológicos de las poblaciones biológicas nativas, que determina una pérdida destructiva de elementos u organización del ecosistema; por ejemplo: fuego, vertimientos, caza, tala, etc.

Es preciso diferenciar entre tensionante, perturbación y alteración. No siempre la presencia o acción del tensionante causa una perturbación, es decir, un cambio como efecto directo en el ecosistema. Así mismo, la perturbación, si se causa, no siempre es inmediata en el tiempo, pues en algunos casos operan factores de retardo (resistencia, acumulación de energía potencial, etc.). La perturbación es ya un principio de alteración. La alteración total es un proceso que suma otros cambios, efecto de la perturbación, de la acción continuada del tensionante, de la respuesta del ecosistema y sus componentes y otras interacciones ecológicas.

- ▶ **Régimen de tensionantes:** naturaleza, intensidad y frecuencia de los tensionantes sobre el ecosistema, características de una determinada área y de un período histórico.

Los tensionantes son factores exógenos en el sentido de que no provienen de los ritmos fenológicos o los ciclos biológicos de las poblaciones biológicas nativas. Sin embargo, el régimen de tensionantes es parte de las condiciones ambientales de un ecosistema dado, al punto de ser uno de los principales conjuntos de variables determinantes de la configuración del ecosistema en términos de composición, estructura y función.

En consecuencia, es preciso tener en mente que tanto un ecosistema relativamente bien conservado como otro muy alterado se encuentran ambos en equilibrio de causa-efecto



con su ambiente⁴, incluyendo el régimen de tensionantes; es decir, la configuración que se aprecia en un momento dado corresponde de cerca al régimen de tensionantes contemporáneo, con la eventual excepción de algunos elementos persistentes o “del pasado” que pueden permanecer más o menos tiempo luego de que se establece o se modifica un régimen de tensionantes (por ejemplo: enclaves de suelos primitivos, árboles del pasado, parches y poblaciones relictuales).

Los tensionantes pueden ser:

- Crónicos: se presentan con una cierta periodicidad en un área y un lapso dados.
- Episódicos: se presentan eventualmente, aislados en el tiempo y sin una periodicidad evidente.
- Leves: actúan por eliminación, modificación o adición de organismos o materiales causando perturbaciones que, en general, el ecosistema logra controlar, a no ser que se hagan crónicas o desencadenen procesos de alteración más vastos; por ejemplo: quemas, entresaca, tala, caza, contaminación leve, erosión leve.
- Severos: actúan sobre las fuentes de energía del ecosistema o sobre la capacidad del mismo para captarla; las perturbaciones tienen la forma de devastaciones (extensas, muy destructivas y que afectan todos los componentes ecológicos) catastróficas (gran

⁴ El equilibrio causa-efecto entre el ecosistema y su ambiente es siempre recíproco, en la medida en que el primero se ajusta a y adecúa el segundo.



magnitud en poco tiempo). Por ejemplo: alteraciones hidráulicas, bloqueo fotosintético, eliminación extensa del suelo, contaminación severa.

- **Puntuales:** el tensionante actúa, desencadena o no una perturbación, y a continuación desaparece o se atenúa. Los tensionantes puntuales pueden ser crónicos.
- **Persistentes:** el tensionante actúa, desencadena una perturbación y permanece con una intensidad suficiente para alimentar la permanencia, profundización y expansión de la perturbación.

La combinación de los tres pares de categorías permite describir los tensionantes según su “perfil”. Así, en una escala de gravedad, los tensionantes menos preocupantes serían los episódicos–leves–puntuales; al otro extremo, el peor desastre ecológico lo constituiría un tensionante crónico–severo–persistente.

Dada su importancia en la planificación y manejo de las ZA, más adelante se abordan con mayor detalle los tipos y las características de los tensionantes.

- **Perturbación o disturbio:** evento más o menos discreto en el tiempo (es decir, que tiene un comienzo y un final) de pérdida destructiva de elementos u organización en el ecosistema, generado por uno o más tensionantes.

La perturbación, como efecto directo de un tensionante, es el primero de una serie de cambios dentro del proceso de alteración. Tales cambios, aunque desencadenados por la perturbación, pueden ser efectos de ésta o de otros procesos propios de la respuesta del ecosistema y sus componentes (por ejemplo: activación del banco de semillas, adapta-



ciones en la rizosfera, invasión de especies oportunistas, cambios en el patrón de desplazamientos de la fauna, etc.).

En algunos casos, la perturbación es corregida por los mecanismos de regeneración sin que se presente una cadena de alteración mayor. En otros casos, las características y efectos de la perturbación, junto a su interacción con la permanencia del tensionante, factores limitantes del ecosistema, mecanismos de regeneración y respuestas individuales de los componentes biológicos, pueden dar lugar a procesos de alteración bastante complejos y extensos, en los cuales unos cambios desencadenan otros y se generan retroalimentaciones de control (retronegativa) y de refuerzo (retropositiva) del cambio características de los procesos caóticos.

Los atributos con que se califican y clasifican las perturbaciones son:

- Origen: qué tensionante o combinación de tensionantes causa la perturbación.
- Naturaleza: qué aspectos de la composición, estructura y función del ecosistema se ven modificados y en qué forma.
- Probabilidad: de que se verifique una cierta perturbación dado un cierto régimen de tensionantes.
- Frecuencia: cuál es la densidad de eventos de una forma de perturbación en el tiempo y qué periodicidad presentan.
- Magnitud: cuál es la dimensión de los cambios producidos en el ecosistema, en términos de superficie, toneladas, concentraciones, individuos, profundidad en la estratificación ecológica, etc.



- **Velocidad:** magnitud alcanzada en un determinado tiempo para una intensidad dada del tensionante.
- **Distribución:** el patrón espacial de la perturbación sobre el ecosistema (agregada, regular, aleatoria, en red, etc.); si tal distribución es más densa o difusa y si su distribución está asociada a la de determinados elementos ecológicos o condiciones ambientales.
- **Amplitud:** una estimación bastante relativa de en qué medida el estado pos-disturbio difiere o “se aleja” de las condiciones pre-disturbio. Podría decirse que combina forma y magnitud.
- **Sinergia:** con qué otros factores limitantes, tensionantes o de vulnerabilidad interactúa la perturbación en modo tal que se amplifican sus atributos y sus efectos.
- **Dinámica:** tendencia de los cambios a permanecer, acentuarse o desvanecerse y la probabilidad de que la perturbación pueda desencadenar un proceso de alteración más extenso y complejo.

En contraste con las perturbaciones severas, las perturbaciones leves pueden definirse como aquellas cuya naturaleza, magnitud y frecuencia caen dentro del rango adaptativo de las poblaciones biológicas y la resiliencia del ecosistema, debido a lo cual, luego de un tiempo relativamente breve, las alteraciones virtualmente desaparecen y se restablecen de modo autárquico las condiciones pre-disturbio de composición, estructura y función.



Las perturbaciones leves suelen hacer parte de ciclos históricos incorporados por el ecosistema (fuego, inundaciones, deslizamientos, caídas de árboles, plagas periódicas) y no causan una modificación permanente del mismo a no ser que tales ciclos sean alterados directa o indirectamente por la acción humana (quemadas más frecuentes, desestabilización de laderas por obras, cambios hidráulicos, cambio climático) o por cambios climáticos o geológicos seculares (esto es, relativamente independientes del ecosistema y de la población humana).

- ▶ **Régimen de perturbación:** frecuencia y demás atributos del total de las perturbaciones sobre el ecosistema, características de una determinada área y período histórico. El régimen de perturbación es consecuencia y parte del régimen de tensionantes.
- ▶ **Alteración:** es el proceso ecológico desencadenado por una o más perturbaciones, a través del cual se modifican la estructura, composición y/o la función de un ecosistema a través del encadenamiento y retroalimentación de distintos cambios determinados por las propiedades elementales (condiciones de la perturbación o del ecosistema pre-disturbio) y las propiedades emergentes (condiciones resultantes de la alteración misma y distintivas de los estados y dinámicas alterados).

Por tanto, la alteración no es simplemente el efecto o la suma de las perturbaciones, sino un típico proceso de reorganización autopoyética del ecosistema, en el cual se combinan procesos y efectos de perturbación, regeneración y respuestas más o menos individuales de distintos componentes del ecosistema.

Dos atributos importantes e interrelacionados son la amplitud y la reversibilidad de la alteración. En general, cuanto más amplia es la perturbación (es decir, cuantos más elemen-



tos y procesos del ecosistema se ven afectados, llevándolos a condiciones más alejadas de las pre-disturbio), menos reversible tiende a ser la alteración. En tales condiciones, la regeneración tiende a retardarse y desviarse en distintos grados, dependiendo de la resiliencia del ecosistema en particular.

Una característica importante de la mayoría de los procesos de alteración es su discontinuidad:

- No avanzan todo el tiempo en la misma dirección ni a la misma velocidad; en un momento cambian unas variables y al siguiente otras; unas veces el cambio es visible y otras apenas perceptible.
- No presenta un patrón regular; es decir, en unos momentos puede presentar un patrón de cambios bastante constante y predecible y, característicamente, pasar a continuación a una etapa estocástica donde es muy difícil definir la naturaleza y dirección de los cambios.
- Definitivamente jamás es lineal; es decir, no puede establecerse una relación simple entre la magnitud de la alteración y la magnitud de los tensionantes o el tiempo transcurrido desde la perturbación inicial.

Aunque es un proceso complejo (sinónimo de no-lineal), conviene estar atentos a dos formas básicas de discontinuidad:

- Activación inicial: se acumulan los efectos de un tensionante hasta cruzar un umbral donde se producen las perturbaciones y se desencadena un proceso de alteración más gradual o más acelerado, según el caso.



- **Colapso de la homeostasis:** bajo un determinado régimen de tensionantes, se producen perturbaciones relativamente pequeñas y de un modo paulatino; pero a partir de un cierto punto se desencadenan alteraciones aceleradas y estocásticas sin que, aparentemente, haya cambiado el régimen de tensionantes. En términos cibernéticos, el ecosistema ha llegado al borde de su meseta homeostática, es decir, al borde del rango de tensionantes dentro del cual es capaz de mantener relativamente controladas las perturbaciones y evitar el desencadenamiento de alteraciones más vastas. Los ecosistemas colapsados, atraviesan típicamente un período de cambio estocástico y se equilibran luego en una configuración distinta o, mejor, en una nueva trayectoria de desarrollo.

En síntesis: si algo no está cambiando, no significa que no se estén gestando cambios; y si algo está cambiando, no significa que los próximos cambios seguirán necesariamente la misma velocidad, forma y dirección. Frente a procesos complejos como la alteración, la planificación y el manejo deben ser *atentos, elásticos y ágiles*.

De acuerdo con Brown & Lugo (1994), según sus efectos ecológicos y socioeconómicos, la alteración puede clasificarse en:

- ▶ **Alteración leve:** cuando es controlada y corregida por los procesos de regeneración espontánea del ecosistema, restableciendo una configuración afín a la pre-disturbio.
- ▶ **Deterioro:** cuando afecta las reservas y mecanismos de regeneración del ecosistema al punto de impedir la regeneración espontánea. La principal consecuencia del deterioro es que la regeneración es suspendida, ralentizada o desviada.



Por ejemplo: la mayoría de los espacios agrícolas creados por los humanos caben en la categoría de deterioro; allí la sucesión se encuentra suspendida o desviada por el régimen agrícola de perturbaciones.

Por convención, se asume como ecosistema deteriorado aquel que en un plazo de 50 años no logra restablecer por sí mismo una configuración afín a la pre-disturbio (Brown & Lugo, 1994). Esto implica que una generación humana deberá nacer, crecer e incorporarse a la práctica política y económica de su sociedad sin contar con los referentes, recursos y oportunidades perdidos por la alteración; por tanto, el deterioro crea pobreza, inseguridad y transformaciones culturales que pueden llevar fácilmente al olvido y/o sustitución de elementos naturales en la evolución cultural de la sociedad local.

- **Degradación:** cuando agota las reservas del ecosistema, desarticula sus procesos esenciales y vulnera su homeostasis al punto de comprometer las condiciones de productividad y habitabilidad del territorio degradado y provocar su marginamiento de los circuitos económicos locales y regionales.

Por ejemplo: la contaminación severa de cuerpos de agua superficiales o subterráneos; la desestabilización generalizada de las laderas de una microcuenca; el agotamiento de las pasturas; el agotamiento del potencial agrícola; la contaminación o salinización severa del suelo agrícola; la desecación o colmatación antrópicas de cuerpos de agua de uso pesquero; el agotamiento de pesquerías.

La degradación supone un nivel de alteración, en general, más profundo que el deterioro; sin embargo, ello depende del contexto socioeconómico que define la salida



del área alterada de los márgenes culturalmente establecidos de productividad y habitabilidad.

- ▶ **Conversión:** cuando se transforma un ecosistema en otro, con un reemplazamiento extenso o completo de los elementos, estructuras y procesos del original, que no es causada por cambios ecológicos seculares (geológicos, climáticos, hidráulicos, etc.).

Por ejemplo: la inundación permanente o periódica de un mosaico de ecosistemas por la construcción de una presa; la conversión de paisajes silvestres o rurales en urbanos; la construcción de infraestructura, edificios dotacionales o plantas industriales sobre áreas rurales o silvestres.

Otros conceptos de uso frecuente relacionados con formas o aspectos de la alteración ecológica son:

- ▶ **Erosión sucesional:** es la reducción o desaparición de los parches correspondientes a estados sucesionales avanzados, de modo que se pierden las áreas fuente de las poblaciones correspondientes. En consecuencia, las series sucesionales se hacen más cortas y las comunidades biológicas correspondientes a estados intermedios o incipientes en el mosaico sucesional original se convierten en las nuevas cabezas de serie o topes sucesionales. El avance de la erosión sucesional es uno de los aspectos de la alteración extensa de un paisaje que más contribuyen a la pérdida irreversible de la biodiversidad, pues además de la pérdida de poblaciones, se pierden relaciones y mecanismos de regeneración y se consolidan los estados alterados sobre grandes extensiones.



- ▶ **Secundarización:** es el reemplazamiento de biocenosis o formaciones completas por formas secundarias de estas mismas u otras. Este reemplazamiento generalmente viene impulsado por un régimen de tensionantes crónicos que crea las condiciones ambientales propicias o promueve directamente la invasión por especies oportunistas procedentes de los subserales (estados sucesionales tempranos) de la misma formación o de otra vecina.

Por ejemplo: el bosque altoandino y bosque enano de subpáramo por pajonales arbustivos de páramo secundario; los bosques andinos y tropicales secos por sabanas secundarias; los bosques mixtos de colinas bajas por bosques secundarios homogéneos de maderas blandas; natales por naidizales y helechales, etc.

La secundarización puede involucrar procesos de erosión sucesional.

- ▶ **Antropoficación:** es el aumento en la dominancia o abundancia de procesos ecológicos y poblaciones biológicas *antropóficas*, es decir, adaptados a las condiciones y dinámicas típicas de los ambientes alterados por la permanencia de los seres humanos, sus especies domésticas, sus prácticas socioeconómicas y sus construcciones. Tales condiciones comprenden cambios macro y microclimáticos, diversas alteraciones del perfil del suelo, erosión severa, acumulación de residuos o escombros, introducción de especies, control más o menos selectivo de determinadas poblaciones, aumento de la frecuencia de fuego y otras perturbaciones, etc.

La flora y fauna antropóficas proceden de distintos ambientes y biocenosis: especies domésticas fugitivas, especies intencional o accidentalmente introducidas, especies ru-



derales (de escombros), viarias (de orillas de camino), arvenses (asociadas a los cultivos), especies nativas oportunistas, etc.

Los ecosistemas antropofizados ofrecen apariencias muy diversas. Pueden ser muy difíciles de distinguir de los naturales, dado que la presencia humana durante un determinado lapso histórico puede alterar la composición y sucesión durante varios siglos posteriores.

En un cierto punto, las comunidades y sucesiones antropólicas pueden reemplazar prácticamente la totalidad de la configuración original a escala regional, como sucede en selvas manejadas por milenios por comunidades indígenas o en las zonas cafeteras donde el ciclo del cafetal con sombrío ha reemplazado totalmente los bosques y sucesiones propios de las épocas anteriores al café.

Uno de los principales aspectos de la alteración es la fragmentación. Algunos conceptos básicos asociados son:

- **Fragmentación:** es la ruptura y reemplazamiento de una matriz homogénea de paisaje, formación o hábitat, en una serie de elementos más o menos discontinuos, con lo cual se reduce no sólo la extensión y continuidad espacial, sino que se reduce la articulación de los procesos ecológicos que responden por la homeostasis del ecosistema y el mantenimiento de la biodiversidad.

La mayoría de los índices de fragmentación propuestos tienen en cuenta la proporción matriz/parche, la distancia entre parches, la concentración del área remanente en más o menos parches y la razón perímetro/superficie de los mismos.



- ▶ **Conectividad:** como atributo opuesto a la fragmentación, es el grado de conexión física de una serie de parches o islas de un determinado hábitat o formación a través del paisaje.
- ▶ **Circuicidad:** complementariamente a la conectividad, la circuicidad califica la cantidad de “circuitos” o rutas posibles para el tránsito de determinados elementos o procesos entre puntos de la matriz fragmentada.
- ▶ **Permeabilidad ecológica:** la facilidad con que una población biológica o un proceso ecológico pueden atravesar un determinado elemento del paisaje: una matriz, un corredor, un parche, etc.
- ▶ **Mosaico sucesional (o mosaico de alteración/regeneración):** es un mosaico dinámico conformado por los parches en distintas formas y distintos estados de alteración y regeneración en un área dada.

Su carácter dinámico radica en que en todo momento se producen eventos de alteración y regeneración, de modo que las poblaciones biológicas ven su hábitat y su nicho ampliados, reducidos o modificados en un momento dado en cada porción del territorio. Su respuesta evolutiva ha producido diversas estrategias: saltar de un punto a otro, alternar períodos de latencia esperando el momento sucesional adecuado, controlar o exacerbar las perturbaciones, entre otras.

Todo ecosistema o mosaico de ecosistemas presenta un mosaico sucesional dinámico, en el cual, en un momento dado, pueden presentarse en una cierta proporción estados más alterados, de un cierto estado de regeneración o mejor conservados.



- ▶ **Diversidad sigma:** es una forma de diversidad ambiental y funcional que combina dos componentes: la diversidad de ambientes sucesionales, es decir, de condiciones físicas que hacen significativamente distintas las biocenosis y la regeneración natural (corresponde a la diversidad betha) y la diversidad de estados sucesionales al interior de cada biocenosis en un momento dado.



Complementariamente, es necesario aclarar algunos conceptos básicos de restauración:

- ▶ **Regeneración natural:** es el proceso de restablecimiento espontáneo, luego de una perturbación, de una configuración afín a la pre-disturbio a través de un proceso sucesional. La regeneración, especialmente en sus primeras etapas, se combina con los procesos y efectos propios de la perturbación y de la presencia o persistencia de los factores tensionantes. Es difícil separar la regeneración del proceso mismo de alteración desencadenado por una perturbación. El proceso total de cambios sigue un patrón que puede ser más o menos caótico, según el caso, y cuyo resultado siempre diferirá de la exacta configuración pre-disturbio en mayor o menor medida.
- ▶ **Restauración:** es la inducción y control de procesos y factores sucesionales en un ecosistema alterado para el restablecimiento más o menos completo de una configuración



afín en uno o más aspectos a las condiciones de composición, estructura o función del estado pre-disturbio u otro estado de manejo deseado.

- ▶ **Potencial de restauración:** es una estimación de la favorabilidad de las condiciones de un ecosistema alterado para su restauración. Representa una suma compleja de dos conjuntos de factores:
 - La *oferta ambiental*, o conjunto de las condiciones físicoquímicas, y, especialmente, la disponibilidad de agua, nutrientes, materia orgánica, fuentes de energía y condiciones para su captación y acumulación, además del régimen de perturbaciones en que debe desenvolverse cada etapa de la restauración.
 - El *potencial biótico*, o conjunto de organismos disponibles para alimentar cada una de las etapas y funciones implicadas en la restauración, teniendo en cuenta sus atributos biológicos, su dinámica poblacional, la accesibilidad de las áreas fuente y sus mecanismos de dispersión, establecimiento y regeneración. En el potencial biótico diferenciamos el *autóctono* (o mecanismos de regeneración in situ): banco de semillas, banco de plántulas, retoños, remanentes de flora, fauna y microbiota, y el *potencial alóctono*: los propágulos (semillas, esporas, etc.) y organismos que alcanzan los sitios en regeneración desde áreas cercanas o alejadas.
- ▶ **Escenario restaurable:** es cada una de las alternativas de estado final de la restauración que se plantean y valoran en la planificación del proceso. Es el resultado de la prospección de las condiciones finales deseadas y factibles para un proceso de restauración, según un conjunto de variables priorizadas por los actores sociales involucrados: servicios ambientales, composición escénica, recursos naturales, valores biológicos, etc.



3.2. Clasificación de los tensionantes

La identificación y clasificación de los posibles agentes generadores de la alteración es indispensable para la planificación y diseño de las ZA. A continuación se presentan dos formas de clasificación de tensionantes complementarias entre sí.

3.2.1. Tipos de tensionantes según su punto de acción en el ecosistema

Brown & Lugo (1994) proponen una clasificación de los tensionantes según el punto y modo de actuar sobre el ecosistema, la cual es muy útil en la planificación de actividades de preservación y restauración. Según este criterio, los tensionantes se clasifican en severos o leves.



En general, los tensionantes severos modifican las entradas de agua o energía a gran escala, causando episodios de devastación veloz y generalizada sobre todos los compartimentos del ecosistema; por ejemplo: el avenamiento de suelos anegados, la desecación de humedales, la alteración del intercambio de agua dulce y salobre, la inundación de un área no inundable, los cambios súbitos a la hidráulica fluvial o deltaica, la salinización de suelos, la destrucción masiva del suelo por minería o contaminación, la contaminación hídrica severa, el bloqueo químico de la fotosíntesis a gran escala, todos los cuales son reportados en las APN y su vecindad. Los tensionantes leves causan pérdidas puntuales o episódicas de vegetación, fauna o suelo; por ejemplo: tala, entresaca, quemas, caza, contaminación leve, aumentos ligeros de la erosión natural o de la lixiviación. En general, los tensionantes leves generan perturbaciones leves (ver más abajo), aunque suelen ser parte de regímenes de perturbación más sostenidos; en tales casos, los tensionantes leves crónicos pueden conducir a largo plazo a devastaciones comparables a las causadas por los tensionantes severos.

3.2.2. Clasificación de los tensionantes según la relación ZA - APN

El principal elemento definitivo de las ZA es la “atenuación de los impactos sobre el área protegida”. Los impactos a manejar dentro de una ZA pueden clasificarse así:

- a) Tensionantes fuera-fuera (perturbación sobre el entorno del área protegida): se generan fuera y presionan alteraciones fuera del APN que eventualmente afectan el ecosistema dentro del APN.
- b) Tensionantes fuera-dentro (perturbación dentro del área protegida causada desde su entorno): implica que no hay una ocupación permanente del área protegida por los agentes



perturbadores y la perturbación se causa por su incursión dentro del área protegida (por ejemplo: la pesca, la caza, la extracción de productos forestales) o por los efectos de actividades externas al área protegida (por ejemplo: la fragmentación, la contaminación, la caza de la fauna en tránsito).

- c) Tensionantes de transformación (presión de ocupación-transformación sobre el área protegida): son procesos de transformación del ecosistema y el paisaje por factores antrópicos (por ejemplo: la urbanización, la colonización, la ampliación de espacios agropecuarios, etc.) o procesos naturales reforzados por factores antrópicos (por ejemplo: la aridización, la eutroficación, los focos de erosión o deslizamientos).



Se originan en la vecindad del APN y pueden propagarse hacia su interior generando transformaciones más o menos permanentes. Estos tensionantes expanden el área de acción de los dos anteriores.

- d) Tensionantes sobre la gestión: se originan dentro o fuera del APN y dificultan o limitan las acciones de conservación dentro y en torno a la misma (por ejemplo: el conflicto armado, las fallas de coordinación entre entidades, la predisposición social negativa hacia las entidades, los métodos u objetivos de la conservación). Estos tensionantes refuerzan el potencial alterador de los otros tres.



Cada uno de estos cuatro puntos señala un frente de gestión distinto y la necesidad de una estrategia específica.

3.3. Balance de alteración

En un artículo que se convertiría en clásico de la teoría ecológica, E.P. Odum (1969) planteaba que el paisaje humano presenta en cualquier momento dado un balance entre cuatro tipos de espacios:

- El ambiente urbano-industrial, que podemos interpretar como el conjunto de los espacios definitivamente convertidos en estructuras artificiales.
- El ambiente productivo (o de cultivo), cuya profunda alteración detiene la regeneración natural y permite crecimiento y productividad seleccionados y controlados, suficientes para proveer cosechas periódicas de alimentos vegetales y animales.
- El ambiente de compromiso: que Odum plantea como dedicado a sistemas multi-propósito que combinan la protección o recuperación de valores ambientales con el aprovechamiento de los recursos naturales.
- El ambiente protector, aquel dedicado a la conservación de sistemas maduros que proveen bienes y servicios indispensables para la supervivencia, el bienestar y el desarrollo de la sociedad.

A estos cuatro podríamos añadir un quinto ambiente:

- El ambiente de regeneración, aquel que contiene los espacios deteriorados por los usos e impactos de los demás y cuyo manejo se concentra en cuidar o inducir su regeneración, para reincorporarlos a alguna de las otras cuatro clases.



La sostenibilidad de un territorio, según el mismo autor, dependería de los esfuerzos legislativos, educativos y administrativos en dirección a lograr un cierto equilibrio en la composición del territorio por estos ambientes; algo que podríamos denominar un *balance de alteración*.

Brown & Lugo (1994) plantean que el aspecto más grave de la alteración de los ecosistemas tropicales radica en la acumulación de áreas degradadas, aquellas que prácticamente salen de los sistemas productivos por agotamiento. Los mismos autores explican que por cada área que se degrada, se incorporan dos más al proceso alterador: una para reemplazar la que se degradó y otra para atender al crecimiento de la población y la demanda de los mercados.

Brown & Lugo asimismo proponen que el desarrollo sostenible podría definirse como aquel que no acumula extensiones crecientes de áreas degradadas. Para ello, sería necesario ejercer una labor constante de prevención y mitigación de los procesos degradativos (preservación) al tiempo que la corrección de la degradación causada (restauración). De este modo, la restauración de áreas deterioradas o degradadas para reincorporarlas a la preservación, la producción o la habitación, se revela como una función de “reciclaje territorial” indispensable para el desarrollo sostenible.



